

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 80100621.4

(51) Int. Cl.³: **B 25 J 11/00**

(22) Anmeldetag: 07.02.80

(30) Priorität: 19.03.79 US 21647

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.10.80 Patentblatt 80/20

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB

(71) Anmelder: International Business Machines
Corporation

Armonk, N.Y. 10504(US)

(72) Erfinder: Panlssidi, Hugo Anthony
228 Buttonwood Avenue
Peekskill, New York 10566(US)

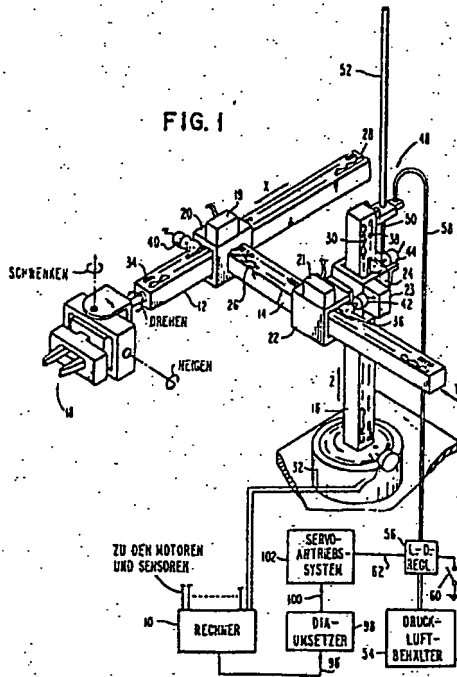
(74) Vertreter: Möhlen, Wolfgang C., Dipl.-Ing.
Säumerstrasse 4
CH-8803 Rüschlikon(CH)

(54) Manipulatoranordnung mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung.

(57) Bei einer Manipulatoranordnung ist zur Kompensation der Schwerkraftkräfte, welche auf die Teile der Greifarmvorrichtung (12, 14, 20, 22, 24) und auf die durch die Greiffinger (18) ergriffenen Objekte einwirken, eine pneumatische Zylinder/Kolben-Anordnung (48) vorgesehen, durch welche eine steuerbare Gegenkraft erzeugt werden kann. Der pneumatischen Zylinder/Kolben-Anordnung wird von einem Luftdruckregler (56) Luft mit auswählbarem Druck zugeführt. Der Luftdruckregler wird mittels eines Servoantriebssystems (102) eingestellt, welches seinerseits Steuersignale von einem Rechner (10) erhält, in dem die bei einem Arbeitsprogramm nacheinander auftretenden Objektgewichte sowie das zu kompensierende Greifarmgewicht gespeichert sind, und nacheinander zur Erzeugung von Steuersignalen für das Servoantriebssystem verwendet werden.

EP 0 016 330 A1

/...

[illegible]

MANIPULATORANORDNUNG MIT EINER EINRICHTUNG ZUR
KOMPENSATION DER SCHWERKRAFTWIRKUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Manipulatoranordnung mit einer Greifarmvorrichtung zum Ergreifen von Objekten, und mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung.

Manipulatorsysteme mit Greifarmen sind schon bekannt, z.B. aus dem Schweizer Patent 605'050. Bei diesem System können drei Armsegmente durch Einzelantriebe orthogonal zueinander bewegt werden. Wenn das System in Betrieb ist und wenn die Antriebsmotoren laufen, wirkt auf mindestens ein Armsegment ständig die Schwerkraft ein und sollte kompensiert werden. Auch bei stillstehendem Motor für die vertikale Armbewegungsrichtung versucht die Schwerkraft das betreffende Armsegment nach unten zu verschieben, was auf jeden Fall verhindert werden soll.

Es sind schon Massnahmen zur Bereitstellung von Gegenkräften gegen die Schwergewichtswirkung bei Manipulatorsystemen bekannt geworden. Im USA Patent 3,661,276 wird eine Anordnung beschrieben, welche für diesen Zweck Gegengewichte vorsieht. Die Benutzung von Gewichten und Gegenmassen ist aber ungünstig, weil dadurch erhebliche Massen zusätzlich ins System kommen. Die Gegengewichte sind nicht nur lästig, sondern es braucht auch zusätzliche Antriebsenergie, um diese Massen zu beschleunigen. Gegengewichte benötigen überdies zusätzlichen Platz, und bedingen weiterhin erhebliche Systementwurfsänderungen, um die geänderten Belastungen zu berücksichtigen.

Eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von Schwergewichts-Gegenkräften in Manipulator-Systemen

ist die Benutzung von Gegenkraft-Federn, wie es im USA-Patent 3,608,743 beschrieben ist. Die Benutzung von Gegenkraft-Federn ist aber ungünstig in Fällen, in denen eine konstante Gegenkraft unbedingt nötig ist, denn die Federn selbst erzeugen keine konstante Kraft.

Im übrigen können zur Verhinderung des Zusammenfallens von Greifarmvorrichtungen bei Manipulatoren Bremsen oder Druckluft-Klemmvorrichtungen vorgesehen werden, die den Greifarm in seiner Lage halten, wenn der Motor abgestellt ist. In diesen Systemen wird aber keine Gegenkraft erzeugt, wenn die Armbewegungsmotoren in Betrieb sind, und überdies muss die Wirkungsverzögerung, welche den Systemen mit Bremsen eigentümlich ist, kompensiert oder im Betrieb anders ausgeglichen werden.

In Manipulatorsystemen werden die Arme und Greiffinger wechselnd und erheblich belastet durch die Gewichte der verschiedenen Werkzeuge wie z.B. Schraubendreher, Nietvorrichtungen, Lötkolben, Schweissbrenner u. dgl. Diese Belastungen können wesentliche Werte annehmen, wodurch sich Fehler im Betrieb des Antriebsservosystems ergeben können. Wenn z.B. die Kompensationskraft für eine unbelastete Greifarmvorrichtung auf ca. 300 N eingestellt wurde, und dann während des Arbeitsprogramms ein 150 N schweres Werkzeug von den Greiffingern erfasst werden muss, könnte diese Veränderung des Ausgleichs ausreichen, um die Stabilität des mechanischen Antriebssystems erheblich zu stören. Es ist deshalb wünschenswert, eine Möglichkeit zur Anpassung der Kompensationskraft an die unterschiedlichen Gewichte der verschiedenen Werkzeuge zu haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Manipulatoranordnung eine Einrichtung zur Kom-

5 pensation der Schwergewichtskräfte anzugeben, welche
bei vorgegebener Schwergewichtskraft eine konstante
Gegenkraft erzeugt, und mittels welcher bei Verände-
rung der Schwergewichtskraft, z.B. infolge Aufnahme
eines Werkzeuges, die erzeugte Gegenkraft entsprechend
angepasst werden kann. Diese Kompensationseinrichtung
soll möglichst einfach sein und soll auch eine geringe
Masse haben.

10 Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ist
im Patentanspruch 1 angegeben, und in den übrigen
Patentansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen
der Erfindung aufgeführt.

15 Die erfindungsgemässe Lösung hat den Vorteil,
dass die Steuerung zur Einstellung einer konstanten
oder veränderlichen Gegenkraft separat von der eigent-
lichen Greifarmvorrichtung ist, während die mit dieser
verbundenen Teile ein minimales Gewicht haben, und
dass die eigentliche Gegenkraft durch einstellbaren
Druck mittels einer Flüssigkeit oder eines Gases auf-
gebracht wird. Zur Kompensationssteuerung kann man
20 eine Datenverarbeitungseinrichtung einsetzen, und bei
bekanntem Arbeitsablauf die erforderlichen Steueran-
gaben bereits im voraus festlegen und eingeben.

25 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im
Folgenden anhand von Zeichnungen beschrieben. Es
zeigen:

Fig. 1 die perspektivische Ansicht einer Mani-
pulatoranordnung mit einer rechnergesteuerten erfin-
dungsgemässen Kompensationseinrichtung;

30 Fig. 2A und 2B ein Armsegment mit der Zylinder/
Kolben-Anordnung der Kompensationseinrichtung und
mit einem Armverbindungsstück in seiner untersten
und obersten Position;

35 Fig. 3A und 3B eine Seitensicht im Teilschnitt
und eine Draufsicht der Zylinder/Kolben-Anordnung der

Kompensationseinrichtung;

Fig. 4 ein Blockdiagramm der Steueranordnung und der Druckreglerservosteuerung zur Auswahl des jeweiligen Druckes für die Zylinder/Kolben-Anordnung; und

5 Fig. 5 eine alternative Ausführungsform für die Kombination von Armsegment, Armverbindungsstück, Zylinder und Kolben.

Fig. 1 zeigt einen von einem Rechner (Datenverarbeitungseinrichtung) 10 gesteuerten Manipulator, 10 welcher drei gegeneinander senkrechte Armsegmente 12, 14 und 16 aufweist, durch welche Greiffinger 18 in den drei Koordinatenrichtungen X, Y und Z bewegt werden können. Die Armsegmente 12, 14 und 16 sind durch Verbindungsstücke oder Halter 20, 22 und 24 15 beweglich miteinander verbunden und bilden so einen Orthogonal-Manipulatorarm ähnlich dem im USA Patent 4,001,556 beschriebenen.

Die Positioniereinrichtung für Manipulatorhand und -finger umfasst auch einen Y-Achsen-Antriebsmotor 20 21 am Verbindungsstück 22, welcher mittels einer Antriebsnockenbahn 26 das Armsegment 14 antreibt, einen X-Achsen-Antriebsmotor 19 am Verbindungsstück 20, welcher mittels einer Antriebsnockenbahn 28 das X-Achsen-Armsegment antreibt, sowie einen Z-Achsen- 25 Antriebsmotor 23 am Verbindungsstück 24, welcher mittels einer Antriebsnockenbahn 30 dieses Verbindungsstück längs dem Z-Achsen-Armsegment bewegt. Die Z-Achsen-Antriebsnockenbahn 30 ist auf dem senkrecht stehenden Armsegment 16 angebracht, dessen unteres 30 Ende an einem drehbaren Fusshalter montiert ist.

Positionssignale, welche die Verschiebung des X-Arms und des Y-Arms sowie des Z-Achsen-Verbindungsstückes durch ihre zugeordneten Motoren 34, 36 und 38 anzeigen, werden durch Potentiometer-Zahnkämme 34, 35 36 und 38 bewirkt, wobei sich diese Zahnkämme längs

der betreffenden Manipulatorarme erstrecken. Potentiometer 40, 42 und 44 sind so montiert, dass ihre Antriebs-Zahnräder mit den entsprechenden Potentiometer-Zahnkämmen im Eingriff sind. Während des Betriebs werden durch die Längsbewegungen der Manipulator-Arme und -Verbindungsstücke sowie der Potentiometer-Zahnkämme die Winkelstellungen der betreffenden Potentiometer-Wellen verändert, wodurch auch das elektrische Ausgangssignal geändert wird. Ein Dreikoordinaten-Orthogonal-Manipulator mit entsprechendem Motorantrieb und Zahnkammsystem ist beschrieben im USA-Patent 3,848,515. In diesem Patent umfasst der Antrieb bei jedem der Manipulatorarme einen linearen hydraulischen Motor und eine zyklische linear-parabolische Antriebsnockenbahn, um eine lineare Verschiebung der Arme zu erreichen, wenn mehrere Motor-kolben gegen die Nockenbahn wirken.

Das in Fig. 1 gezeigte Manipulatorsystem umfasst auch eine Kolbenstange 50, die an ihrem einen Ende fest am Z-Achsen-Verbindungsstück 24 montiert ist, sowie einen Druckluftzylinder 52, welcher mit der Kolbenstange 50 zusammenwirkt. Die Kolbenstange 50 und der Druckluftzylinder 52 ergeben zusammen eine Pneumatikzylinder-Anordnung 48. Der Druckluftzylinder 52 ist fest mit dem Z-Achsen-Arm 16 verbunden. Ein Druckluftbehälter 54 gibt über einen Luftdruckregler 56 und Druckleitungen 58 Druckluft an die Pneumatikzylinder-Anordnung 48 ab und bewirkt eine aufwärts gerichtete Kraft auf die Kolbenstange 50. Der Luftdruckregler 56 wird vom Rechner 10 über einen D/A-Umsetzer 98 und ein Servoantriebssystem 102, von dem Einzelheiten in Fig. 4 gezeigt sind, programmgesteuert. Weitere Einzelheiten der Pneumatikzylinder-Anordnung 48 werden im Zusammenhang mit Fig. 2A und 2B sowie Fig. 3A und 3B beschrieben.

In Fig. 2A sind der Z-Achsen-Arm 16 und der

Druckluftzylinder 52 in einem Zustand gezeigt, bei dem sich das X-Achsen-Verbindungsstück 24 in seiner tiefsten Position befindet, während Fig. 2B die Anordnung zeigt, während sich das Verbindungsstück in seiner obersten Lage befindet. Die Leitung 58 für geregelte Druckluft ist mit einer Oeffnung 64 im Druckluftzylinder 52 verbunden (siehe Fig. 3A und 3B), um einen konstanten Druck gegen einen Kolben 66 zu erzeugen, welcher an der Kolbenstange 50 montiert ist. Wie in Fig. 3A und 3B zu sehen ist, weist der Kolben 66 eine Umfangsnut 68 mit einem Dichtungsring 70 auf, durch welchen der Kolben 66 gegen die Innenwand 72 des Druckluftzylinders 52 abgedichtet wird. Der Dichtungsring 70 kann z.B. die übliche U-Form haben.

Aus Fig. 2A und 2B ist ersichtlich, dass die Kolbenstange 50 an ihrem unteren Ende mittels eines Kragstücks 74 mit dem Manipulator-Verbindungsstück 24 verbunden ist, so dass sich die Kolbenstange 50 zusammen mit dem Verbindungsstück 24 vertikal bewegt.

Im bisher beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Z-Achsen-Arm 16 fest montiert, während das Arm-Verbindungsstück 24 durch Antriebsmittel vertikal verschiebbar ist. Es ist aber ebenso gut möglich, den Manipulator so zu bauen, dass der Z-Achsen-Arm beweglich, das Z-Achsen-Verbindungsstück dagegen fest montiert ist, wie in Fig. 5 gezeigt. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 ist der Druckluftzylinder 52' mittels des Kragstücks 76' fest am Z-Achsen-Verbindungsstück 24' montiert, so dass sich die Kolbenstange 50' gemeinsam mit dem Arm 16' bewegt. Bei dieser Alternativausführung bezeichnen die gestrichenen Ueberweisungszeichen (z.B. 50') die gleichen Funktionselemente wie die ungestrichenen Ueberweisungszeichen (z.B. 50) in den vorhergehenden Figuren. Die Kolbenstange 50' ist an ihrem unteren Ende mittels des Kragstücks 74' fest verbunden mit dem beweglichen Arm 16'. Das

Z-Achsen-Verbindungsstück 24 wird mit Bezug auf den Arm 16' stationär gehalten, wenn der betreffende Antriebsmotor betätigt ist, da der Arm 16' nicht mit irgendeinem festen Objekt, wie z.B. einem Fusshalter 32 gemäss Fig. 1, verbunden ist.

Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm des Programmsteuersystems im Rechner (Datenverarbeitungseinrichtung) 10 und des Servoantriebssystems 102 zur Steuerung des Luftdruckreglers 56 für die Gegenkraft-Pneumatikzylinder-Anordnung 48. Genauer gesagt gibt der Rechner 10 ein Steuersignal zur Einstellung und Steuerung des Luftdruckreglers 56 ab. Dieses Steuersignal wird in der in Fig. 4 im gestrichelten Block 10 gezeigten Anordnung erzeugt. Der Rechner 10 enthält einen Speicher 90, in dem die Gewichte von Werkzeugen und Objekten gespeichert sind, von denen bekannt ist, dass sie im Verlauf eines Montageprogramms ergriffen und manipuliert werden müssen. Zum Montageprogramm 92 gehören verschiedene Daten wie z.B. Positions- und Druckabstastdaten, Arbeitsschritt-Auswahldaten, Ortsangaben, Geschwindigkeitssteuerangaben und Motorantriebsdaten. Das Programm 92 enthält auch die Befehle zum Ergreifen ausgewählter Werkzeuge zu einem oder mehreren Zeitpunkten im Verlaufe eines Montagevorgangs. Vor dem Ergreifen eines bestimmten Objektes oder Werkzeuges gibt das Programm 92 ein Werkzeugauswahlsignal auf Leitung 94 an den Speicher 90 ab, der seinerseits auf Leitung 91 einen Digitalwert abgibt, der das vorbestimmte Gewicht des ausgewählten Werkzeugs oder Objekts darstellt. Das Signal auf Leitung 91 wird an einen Addierer 97 weitergegeben, der ausserdem das Ausgangssignal eines Registers 93 auf Leitung 95 empfängt. Im Register 93 ist ein vorbestimmter Druckwert für die Gegenkraft gespeichert, welche zur Kompensation des Gewichtes der Greifarmanordnung benötigt wird. Das Signal auf der Ausgangsleitung 96 des

Addierers 97 gibt also die richtige Gegenkraft an, welche zur Kompensation sowohl des vorbekannten Werkzeuggewichtes als auch des Gewichts der Manipulatoranordnung erforderlich ist.

5 Das Digitalsignal auf der Ausgangsleitung 96 wird mittels eines Digital-Analog-Umsetzers (D/A-Umsetzer) 98 in ein Analogsignal umgewandelt. Die Ausgangsleitung 100 des D/A-Umsetzers 98 ist mit dem Servoantriebssystem 102 verbunden, zu welchem ein
10 Summierer 103, ein Verstärker 104, ein Servomotor 108 und ein Rückkopplungspotentiometer 106 gehören, die in üblicher Servoanordnung miteinander verbunden sind. Die Spannung auf der Leitung 100 zum Summierer 103 dient dazu, den Servomotor 108 über den Verstärker 104
15 anzutreiben, um die Druckeinstellung des Luftdruckreglers 56 zu steuern, welche durch das Rückkopplungspotentiometer 106 überwacht wird. Wenn die Spannung vom Rückkopplungspotentiometer 106 die Spannung auf der Leitung 100 vom D/A-Umsetzer 98 kompensiert, stoppt
20 der Servomotor 108, wonach der richtige Luftdruck für die Gegenkraft-Pneumatikzylinderanordnung eingestellt ist.

 Eine Modifikation der beschriebenen Steuerung ist möglich für Anordnungen, in denen die Manipulator-
25 segmente nicht nur zueinander senkrechte, sondern auch Winkelbewegungen ausführen. In diesem Fall werden Änderungen der Schwergewichtskräfte, welche durch Armbewegungen mit einem veränderlichen Winkel zur Schwergewichtsachse entstehen, mittels des Programmes
30 kompensiert.

P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Manipulatoranordnung mit einer Greifarmvorrichtung zum Ergreifen von Objekten, und mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung, dadurch gekennzeichnet, dass diese Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung aufweist:
- eine mit der Greifarmvorrichtung (12...30) in Wirkverbindung stehende Zylinder/Kolben-Anordnung (48) zur hydraulischen oder pneumatischen Erzeugung einer Gegenkraft gegen die auf Greifarmvorrichtung und/oder Objekt wirkende Schwerkraft;
 - eine Druckreglereinrichtung (56) zur Abgabe einer Flüssigkeit oder eines Gases mit wählbarem Druck an die Zylinder/Kolben-Anordnung; sowie
 - eine Steueranordnung (10, 96, 98, 100, 102) zur Einstellung der Druckreglereinrichtung und damit zur Steuerung der Gegenkraft gemäss dem jeweils zu kompensierenden Gewicht.
2. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steueranordnung einen Speicher (90) enthält zur Aufnahme von Gewichtsangaben der in einem Arbeitsvorgang nacheinander zu ergreifenden Objekte; sowie eine Addiereinrichtung (97) zur Addition einer dem Speicher entnommenen Objekt-Gewichtsangabe und einer vorgegebenen Gegengewichtsangabe für die Greifarmvorrichtung, und zur Abgabe eines entsprechenden Steuersignals für die Druckreglereinrichtung (56).

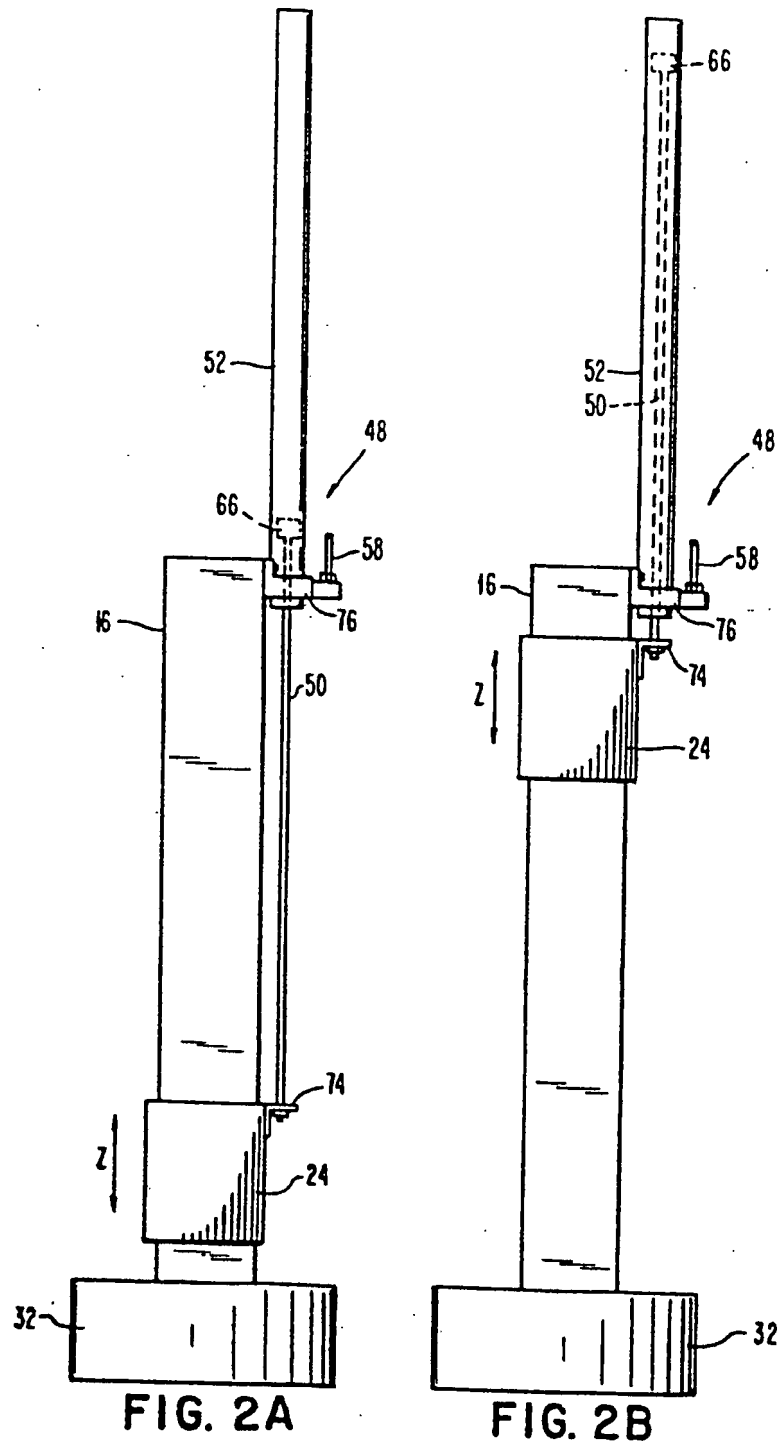
3. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steueranordnung Speichermittel (90) enthält zur Aufnahme von Angaben über die Gegenkräfte, welche zur Kompensation der Schwerkraftwirkung auf die während eines Arbeitsvorgangs nacheinander auftretenden Kombinationen von Greifarmvorrichtung und Objekt erforderlich sind; sowie eine Auswahleinrichtung (92, 97) zur Auswahl der Angaben je einer Kombination und zur Erzeugung eines entsprechenden Steuersignals für die Druckreglereinrichtung (56).

4. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Greifarmvorrichtung ein vertikales Armsegment (16) gehört, das sich in Richtung der Schwerkraft erstreckt, ferner ein Armverbindungsstück (24), das mit dem Armsegment entlang diesem beweglich verbunden ist, sowie eine mit beiden in Wirkverbindung stehende Antriebsvorrichtung (44, 38) zur Erzeugung einer relativen Bewegung zwischen beiden, wobei die Zylinder/Kolben-Anordnung (48) mit dem Armsegment und dem Armverbindungsstück so in Wirkverbindung steht, dass sie eine gegen die Schwerkraft wirkende Gegenkraft ausüben kann.

5. Anordnung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (52) der Zylinder/Kolben-Anordnung (48) mit dem vertikalen Armsegment (16) fest verbunden ist, während der Kolben (66) mit dem Armverbindungsstück (24) fest verbunden ist.

6. Anordnung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (52) der Zylinder/Kolben-Anordnung (48) mit dem Armverbindungsstück (24) fest verbunden ist, während der Kolben (66) mit dem vertikalen Armsegment (16) fest verbunden ist.

7. Anordnung nach Patentanspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Digital/Analog-Umsetzer (98) vorgesehen ist zur Umwandlung des Steuersignals für die Druckreglereinrichtung von digitaler in analoge Darstellung, sowie eine an den Ausgang des Digital/Analog-Umsetzers angeschlossene Servoantriebsanordnung (102) zur Einstellung der Druckreglereinrichtung (56).
8. Anordnung nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Servoantriebsanordnung (102) einen Summierer (103) enthält, dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Digital/Analog-Umsetzers (98) verbunden ist; einen mit dem Ausgang des Summierers verbundenen Verstärker (104); einen mit dem Ausgang des Verstärkers verbundenen Servomotor (108) zur Einstellung der Druckreglereinrichtung (56), sowie ein mit dem Servomotor verbundenes Rückkopplungs-Potentiometer (106) zur Abgabe einer die Einstellung der Druckreglereinrichtung darstellenden Rückkopplungsspannung an den zweiten Eingang des Summierers.
9. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckreglereinrichtung (56) mit einer Druckluftquelle (54) verbunden ist und über eine Verbindungsleitung (58) Luft mit ausgewähltem Druck an die Zylinder/Kolben-Anordnung (48) abgibt.



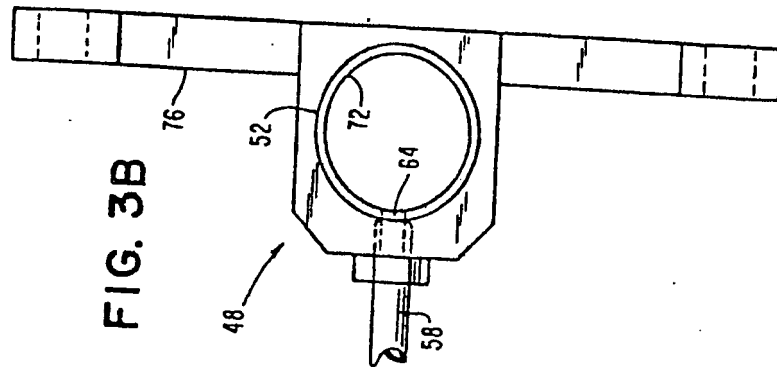


FIG. 3B

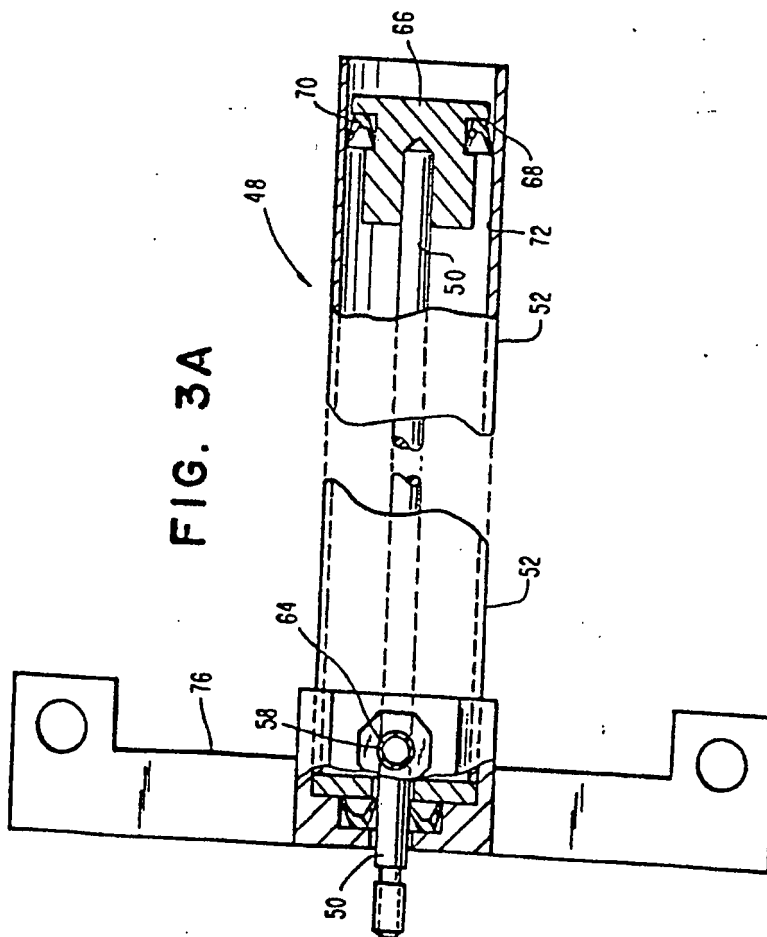
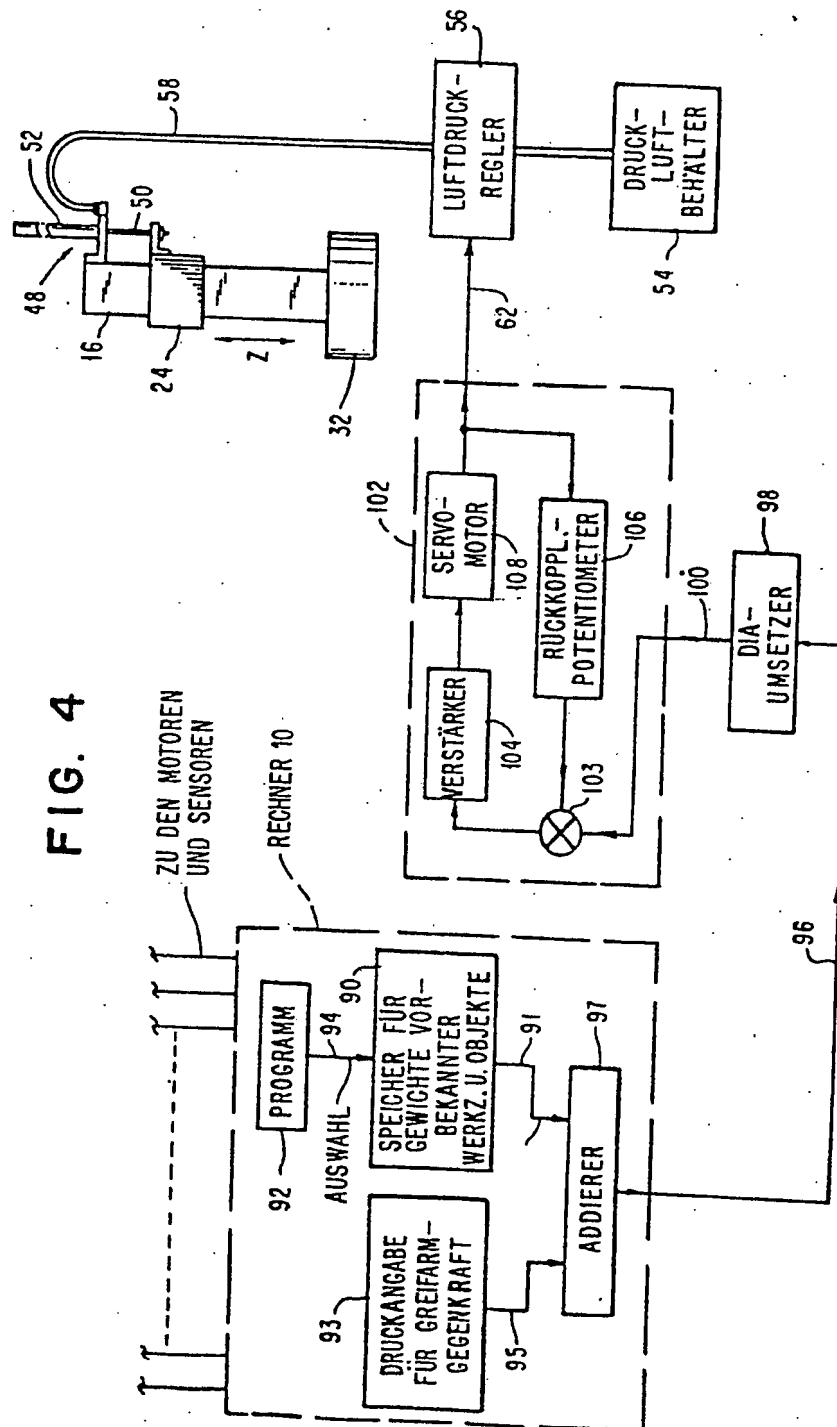


FIG. 3A

FIG. 4



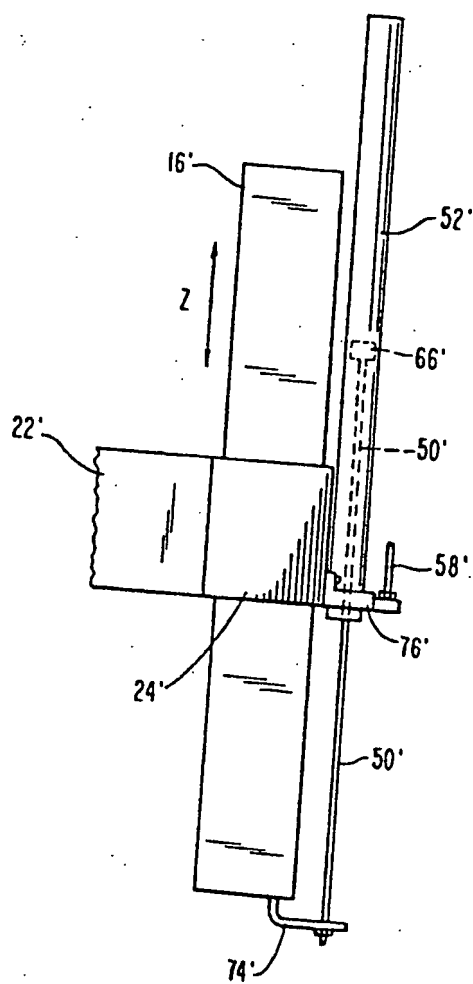


FIG. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 80 10 0621

0016330

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
EX	<u>EP - A - 0 009 736</u> (FUJITSU FANUC LTD.) * Ansprüche 1-4; Seite 4, Zeile 14 bis Seite 6, Zeile 16 * --	1,4,5,9	B 25 J 11/00
X	<u>DE - A - 2 513 309</u> (VEREINIGTE FLUG-TECHNISCHE WERKE FOKKER) * Ansprüche 1,2 * --	1,4,5,9	
X	<u>DE - A - 2 245 866</u> (HAUSER) * Ansprüche 1-4,7 * --	1,4,5,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
A	<u>DE - A - 2 626 397</u> (INNOCENTI SANT-EUSTACCHIO) * Seite 9, Zeile 10 bis Seite 11, Zeile 15 * --	2,3	B 25 J 9/00 11/00 B 23 Q 11/00 B 66 C 23/90 23/88
A	<u>US - A - 3 827 333</u> (HURD) * Zusammenfassung * --	2,3	
	<u>DE - A - 2 801 348</u> (ITALPRESSE) * Seite 8, Zeile 15 bis Seite 9, Zeile 1 * ----	6	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
<input checked="" type="checkbox"/> Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			X: von besonderer Bedeutung
			A: technologischer Hintergrund
			O: nichtschriftliche Offenbarung
			P: Zwischenliteratur
			T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
			E: kollidierende Anmeldung
			D: In der Anmeldung angeführtes Dokument
			L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	18-06-1980	LAMMINEUR	

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift:
06.07.83

61 Int. Cl.³: **B 25 J 11/00**

21 Anmeldenummer: **80100621.4**

22 Anmeldetag: **07.02.80**

54 Manipulatoranordnung mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung.

30 Priorität: **19.03.79 US 21647**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.10.80 Patentblatt 80/20

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.07.83 Patentblatt 83/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB

56 Entgegenhaltungen:
EP-A-0 009 736
DE-A-2 245 866
DE-A-2 513 309
DE-A-2 626 397
DE-A-2 801 348
US-A-3 827 333

73 Patentinhaber: **International Business Machines Corporation, Armonk, N.Y. 10504 (US)**

72 Erfinder: **Panissidi, Hugo Anthony, 228 Buttonwood Avenue, Peekskill, New York 10566 (US)**

74 Vertreter: **Möhlen, Wolfgang C., Dipl.-Ing., Säumerstrasse 4, CH-8803 Rüschlikon (CH)**

EP 0 016 330 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Manipulatoranordnung mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Manipulatoranordnung mit einer Greifarmvorrichtung zum Ergreifen von Objekten, und mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung.

Manipulatorsysteme mit Greifarmen sind schon bekannt, z. B. aus dem CH-A-605 050. Bei diesem System können drei Armsegmente durch Einzelantriebe orthogonal zueinander bewegt werden. Wenn das System in Betrieb ist und wenn die Antriebsmotoren laufen, wirkt auf mindestens ein Armsegment ständig die Schwerkraft ein und sollte kompensiert werden. Auch bei stillstehendem Motor für die vertikale Armbewegungsrichtung versucht die Schwerkraft das betreffende Armsegment nach unten zu verschieben, was auf jeden Fall verhindert werden soll.

Es sind schon Maßnahmen zur Bereitstellung von Gegenkräften gegen die Schwergewichtswirkung bei Manipulatorsystemen bekannt geworden. Im US-A-3 661 276 wird eine Anordnung beschrieben, welche für diesen Zweck Gegengewichte vorsieht. Die Benutzung von Gewichten und Gegenmassen ist aber ungünstig, weil dadurch erhebliche Massen zusätzlich ins System kommen. Die Gegengewichte sind nicht nur lästig, sondern es braucht auch zusätzliche Antriebsenergie, um diese Massen zu beschleunigen. Gegengewichte benötigen überdies zusätzlichen Platz, und bedingen weiterhin erhebliche Systementwurfsänderungen, um die geänderten Belastungen zu berücksichtigen.

Eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von Schwergewichts-Gegenkräften in Manipulator-Systemen ist die Benutzung von Gegenkraft-Federn, wie es im US-A-3 608 743 beschrieben ist. Die Benutzung von Gegenkraft-Federn ist aber ungünstig in Fällen, in denen eine konstante Gegenkraft unbedingt nötig ist, denn die Federn selbst erzeugen keine konstante Kraft.

Im übrigen können zur Verhinderung des Zusammenfallens von Greifarmvorrichtungen bei Manipulatoren Bremsen oder Druckluft-Klemmvorrichtungen vorgesehen werden, die den Greifarm in seiner Lage halten, wenn der Motor abgestellt ist. In diesen Systemen wird aber keine Gegenkraft erzeugt, wenn die Armbewegungsmotoren in Betrieb sind, und überdies muß die Wirkungsverzögerung, welche den Systemen mit Bremsen eigentümlich ist, kompensiert oder im Betrieb anders ausgeglichen werden.

Aus der DE-A-2 513 309 ist ein Handhabungsgerät bekannt, bei dem zur Schwerkraftentlastung eine Entlastungs-Vorrichtung mit hydraulisch oder pneumatisch ansteuerbarem Stellzylinder vorgesehen ist. Diese ist verstellbar in Abhängigkeit von dem Steuersignal des normalen Antriebsmotors. Es ist aber nicht gezeigt, auf welche Weise bei wechselnder Schwerkraftbelastung die zur genauen Kompensation jeweils

notwendige wechselnde Ansteuerung erfolgt.

Die DE-A-2 626 397 beschreibt eine Werkzeugmaschine, bei der eine Kompensation des Durchhangs erfolgt, welcher bei einer langen Laufschiene durch das Gewicht eines Lufschlittens mit Werkzeugträger bewirkt wird. Diese Kompensation kann durch vorgespeicherte Werte gesteuert werden. Die Werte müssen aber durch einen Probelauf empirisch gewonnen werden. Außerdem erfolgt keine eigentliche Kompensation des Schwergewichts von Werkzeug und Halter, wie dies bei Manipulatoren mit Greifarmen nötig ist, sondern nur eine gegenläufige Verschiebung des Werkzeugs zum Ausgleich des Durchhangs.

In Manipulatorsystemen werden die Arme und Greiffinger wechselnd und erheblich belastet durch die Gewichte der verschiedenen Werkzeuge wie z. B. Schraubendreher, Nietvorrichtungen, Lötkolben, Schweißbrenner u. dgl. Diese Belastungen können wesentliche Werte annehmen, wodurch sich Fehler im Betrieb des Antriebsservosystems ergeben können. Wenn z. B. die Kompensationskraft für eine unbelastete Greifarmvorrichtung auf ca. 300 N eingestellt wurde, und dann während des Arbeitsprogramms ein 150 N schweres Werkzeug von den Greiffingern erfaßt werden muß, könnte dieser Veränderung des Ausgleichs ausreichen, um die Stabilität des mechanischen Antriebssystems erheblich zu stören. Es ist deshalb wünschenswert, eine Möglichkeit zur Anpassung der Kompensationskraft an die unterschiedlichen Gewichte der verschiedenen Werkzeuge zu haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Manipulatoranordnung eine Einrichtung zur Kompensation der Schwergewichtskräfte anzugeben, welche eine konstante Gegenkraft erzeugt, und mittels welcher vor allem bei Veränderung der Schwergewichtskraft, z. B. infolge Aufnahme unterschiedlicher Werkzeuge, die erzeugte Gegenkraft entsprechend angepaßt werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben, und in den übrigen Patentansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung aufgeführt.

Die erfindungsgemäße Lösung nutzt den Vorteil, daß die Steuerung zur Einstellung einer konstanten oder veränderlichen Gegenkraft separat von der eigentlichen Greifarmvorrichtung ist, während die mit dieser verbundenen Teile ein minimales Gewicht haben, und daß die eigentliche Gegenkraft durch einstellbaren Druck mittels einer Flüssigkeit oder eines Gases aufgebracht wird und ergibt zusätzlich die Möglichkeit der prompten, genauen und vollständigen Kompensation sowohl des Gewichts der Manipulatorteile als auch der wechselnd benutzten Werkzeuge. Zur Kompensationssteuerung kann man eine Datenverarbeitungseinrich-

tung einsetzen, und bei bekanntem Arbeitsablauf die erforderlichen Steuerangaben bereits im voraus festlegen und eingeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 die perspektivische Ansicht einer Manipulatoranordnung mit einer rechnergesteuerten erfindungsgemäßen Kompensationseinrichtung,

Fig. 2A und 2B ein Armsegment mit der Zylinder/Kolben-Anordnung der Kompensationseinrichtung und mit einem Armverbindungsstück in seiner untersten und obersten Position,

Fig. 3A und 3B eine Seitensicht im Teilschnitt und eine Draufsicht der Zylinder/Kolben-Anordnung der Kompensationseinrichtung,

Fig. 4 ein Blockdiagramm der Steueranordnung und der Druckreglerservosteuerung zur Auswahl des jeweiligen Druckes für die Zylinder/Kolben-Anordnung; und

Fig. 5 eine alternative Ausführungsform für die Kombination von Armsegmenten, Armverbindungsstück, Zylinder und Kolben.

Fig. 1 zeigt einen von einem Rechner (Datenverarbeitungseinrichtung) 10 gesteuerten Manipulator, welcher drei gegeneinander senkrechte Armsegmente 12, 14 und 16 aufweist, durch welche Greiffinger 18 in den drei Koordinatenrichtungen X, Y und Z bewegt werden können. Die Armsegmente 12, 14 und 16 sind durch Verbindungsstücke oder Halter 20, 22 und 24 beweglich miteinander verbunden und bilden so einen Orthogonal-Manipulatorarm ähnlich dem im US-A-4 001 556 beschriebenen.

Die Positioniereinrichtung für Manipulatorhand und -finger umfaßt auch einen Y-Achsen-Antriebsmotor 21 am Verbindungsstück 22, welcher mittels einer Antriebsnockenbahn 26 das Armsegment 14 antreibt, einen X-Achsen-Antriebsmotor 19 am Verbindungsstück 20, welcher mittels einer Antriebsnockenbahn 28 das X-Achsen-Armsegment antreibt, sowie einen Z-Achsen-Antriebsmotor 23 am Verbindungsstück 24, welcher mittels einer Antriebsnockenbahn 30 dieses Verbindungsstück längs dem Z-Achsen-Armsegment bewegt. Die Z-Achsen-Antriebsnockenbahn 30 ist auf dem senkrecht stehenden Armsegment 16 angebracht, dessen unteres Ende an einem drehbaren Fußhalter montiert ist.

Positionssignale, welche die Verschiebung des X-Arms und des Y-Arms sowie des Z-Achsen-Verbindungsstückes durch ihre zugeordneten Motoren 34, 36 und 38 anzeigen, werden durch Potentiometer-Zahnkämme 34, 36 und 38 bewirkt, wobei sich diese Zahnkämme längs der betreffenden Manipulatorarme erstrecken. Potentiometer 40, 42 und 44 sind so montiert, daß ihre Antriebs-Zahnräder mit den entsprechenden Potentiometer-Zahnkämmen im Eingriff sind. Während des Betriebs werden durch die Längsbewegungen der Manipulator-Arme und -Verbindungsstücke sowie der Potentiometer-Zahnkämme die Winkelstellungen der

betreffenden Potentiometer-Wellen verändert, wodurch auch das elektrische Ausgangssignal geändert wird. Ein Drei-Koordinaten-Orthogonal-Manipulator mit entsprechendem Motorantrieb und Zahnkammensystem ist beschrieben im US-A-3 848 515. In diesem Patent umfaßt der Antrieb bei jedem der Manipulatorarme einen linearen hydraulischen Motor und eine zyklische Linearparabolische Antriebsnockenbahn, um eine lineare Verschiebung der Arme zu erreichen, wenn mehrere Motorkolben gegen die Nockenbahn wirken.

Das in Fig. 1 gezeigte Manipulatorsystem umfaßt auch eine Kolbenstange 50, die an ihrem einen Ende fest am Z-Achsen-Verbindungsstück 24 montiert ist, sowie einen Druckluftzylinder 52, welcher mit der Kolbenstange 50 zusammenwirkt. Die Kolbenstange 50 und der Druckluftzylinder 52 ergeben zusammen eine Pneumatikzylinder-Anordnung 48. Der Druckluftzylinder 52 ist fest mit dem Z-Achsen-Arm 16 verbunden. Ein Druckluftbehälter 54 gibt über einen Luftdruckregler 56 und Druckleitungen 58 Druckluft an die Pneumatikzylinder-Anordnung 48 ab und bewirkt eine aufwärts gerichtete Kraft auf die Kolbenstange 50. Der Luftdruckregler 56 wird vom Rechner 10 über einen D/A-Umsetzer 98 und ein Servoantriebssystem 102, von dem Einzelheiten in Fig. 4 gezeigt sind, programmgesteuert.

Weitere Einzelheiten der Pneumatikzylinder-Anordnung 48 werden im Zusammenhang mit Fig. 2A und 2B sowie Fig. 3A und 3B beschrieben. In Fig. 2A sind der Z-Achsen-Arm 16 und der Druckluftzylinder 52 in einem Zustand gezeigt, bei dem sich das X-Achsen-Verbindungsstück 24 in seiner tiefsten Position befindet, während Fig. 2B die Anordnung zeigt, während sich das Verbindungsstück in seiner obersten Lage befindet. Die Leitung 58 für geregelte Druckluft ist mit einer Öffnung 64 im Druckluftzylinder 52 verbunden (siehe Fig. 3A und 3B), um einen konstanten Druck gegen einen Kolben 66 zu erzeugen, welcher an der Kolbenstange 50 montiert ist. Wie in Fig. 3A und 3B zu sehen ist, weist der Kolben 66 eine Umfängsnut 68 mit einem Dichtungsring 70 auf, durch welchen der Kolben 66 gegen die Innenwand 72 des Druckluftzylinders 52 abgedichtet wird. Der Dichtungsring 70 kann z. B. die übliche U-Form haben.

Aus Fig. 2A und 2B ist ersichtlich, daß die Kolbenstange 50 an ihrem unteren Ende mittels eines Kragstücks 74 mit dem Manipulator-Verbindungsstück 24 verbunden ist, so daß sich die Kolbenstange 50 zusammen mit dem Verbindungsstück 24 vertikal bewegt.

Im bisher beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Z-Achsen-Arm 16 fest montiert, während das Arm-Verbindungsstück 24 durch Antriebsmittel vertikal verschiebbar ist. Es ist aber genauso gut möglich, den Manipulator so zu bauen, daß der Z-Achsen-Arm beweglich, das Z-Achsen-Verbindungsstück dagegen fest montiert ist, wie in Fig. 5 gezeigt. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 ist der Druckluftzylinder 52

mittels des Kragstücks 76' fest am Z-Achsen-Verbindungsstück 24' montiert, so daß sich die Kolbenstange 50' gemeinsam mit dem Arm 16' bewegt. Bei dieser Alternativausführung bezeichnen die gestrichenen Überweisungszeichen (z. B. 50') die gleichen Funktionselemente wie die ungestrichenen Überweisungszeichen (z. B. 50) in den vorhergehenden Figuren. Die Kolbenstange 50' ist an ihrem unteren Ende mittels des Kragstücks 74' fest verbunden mit dem beweglichen Arm 16'. Das Z-Achsen-Verbindungsstück 24' wird mit Bezug auf den Arm 16' stationär gehalten, wenn der betreffende Antriebsmotor betätigt ist, da der Arm 16' nicht mit irgendeinem festen Objekt, wie z. B. einem Fußhafter 32 gemäß Fig. 1, verbunden ist.

Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm des Programmsteuersystems im Rechner (Datenverarbeitungseinrichtung) 10 und des Servoantriebssystems 102 zur Steuerung des Luftdruckreglers 56 für die Gegenkraft-Pneumatikzylinder-Anordnung 48. Genauer gesagt gibt der Rechner 10 ein Steuersignal zur Einstellung und Steuerung des Luftdruckreglers 56 ab. Dieses Steuersignal wird in der in Fig. 4 im gestrichelten Block 10 gezeigten Anordnung erzeugt. Der Rechner 10 enthält einen Speicher 90, in dem die Gewichte von Werkzeugen und Objekten gespeichert sind, von denen bekannt ist, daß sie im Verlauf eines Montageprogramms ergriffen und manipuliert werden müssen. Zum Montageprogramm 92 gehören verschiedene Daten wie z. B. Positions- und Druckabstastdaten, Arbeitsschritt-Auswahldaten, Ortsangaben, Geschwindigkeitssteuerangaben und Motorantriebsdaten. Das Programm 92 enthält auch die Befehle zum Ergreifen ausgewählter Werkzeuge zu einem oder mehreren Zeitpunkten im Verlaufe eines Montagevorgangs. Vor dem Ergreifen eines bestimmten Objekts oder Werkzeugs gibt das Programm 92 ein Werkzeugauswahlsignal auf Leitung 94 an den Speicher 90 ab, der seinerseits auf Leitung 91 einen Digitalwert abgibt, der das vorbestimmte Gewicht des ausgewählten Werkzeugs oder Objekts darstellt. Das Signal auf Leitung 91 wird an einen Addierer 97 weitergegeben, der außerdem das Ausgangssignal eines Registers 93 auf Leitung 95 empfängt. Im Register 93 ist ein vorbestimmter Druckwert für die Gegenkraft gespeichert, welche zur Kompensation des Gewichts der Greifarmanordnung benötigt wird. Das Signal auf der Ausgangsleitung 96 des Addierers 97 gibt also die richtige Gegenkraft an, welche zur Kompensation sowohl des vorbekannten Werkzeuggewichts als auch des Gewichts der Manipulatoranordnung erforderlich ist.

Das Digitalsignal auf der Ausgangsleitung 96 wird mittels eines Digital-Analog-Umsetzers (D/A-Umsetzer) 98 in ein Analogsignal umgewandelt. Die Ausgangsleitung 100 des D/A-Umsetzers 98 ist mit dem Servoantriebssystem 102 verbunden, zu welchem ein Summierer 103, ein Verstärker 104, ein Servomotor 108 und ein Rückkopplungspotentiometer 106 gehören, die

in üblicher Servoanordnung miteinander verbunden sind. Die Spannung auf der Leitung 100 zum Summierer 103 dient dazu, den Servomotor 108 über den Verstärker 104 anzutreiben, um die Druckeinstellung des Luftdruckreglers 56 zu steuern, welche durch das Rückkopplungspotentiometer 106 überwacht wird. Wenn die Spannung vom Rückkopplungspotentiometer 106 die Spannung auf der Leitung 100 vom D/A-Umsetzer 98 kompensiert, stoppt der Servomotor 108, wonach der richtige Luftdruck für die Gegenkraft-Pneumatikzylinderanordnung eingestellt ist.

Eine Modifikation der beschriebenen Steuerung ist möglich für Anordnungen, in denen die Manipulatorsegmente nicht nur zueinander senkrechte, sondern auch Winkelbewegungen ausführen. In diesem Fall werden Änderungen der Schwerkraftskräfte, welche durch Arm-bewegungen mit einem veränderlichen Winkel zur Schwerkraftsachse entstehen, mittels des Programms kompensiert.

Patentansprüche

1. Manipulatoranordnung mit einer Greifarmvorrichtung zum Ergreifen von Objekten, und mit einer Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung, wobei diese Einrichtung zur Kompensation der Schwerkraftwirkung aufweist:

- eine mit der Greifarmvorrichtung (12...30) in Wirkverbindung stehende Zylinder/Kolben-Anordnung (48) zur hydraulischen oder pneumatischen Erzeugung einer Kraft gegen die auf Greifarmvorrichtung und/oder Objekt wirkende Schwerkraft;
- eine Druckreglereinrichtung (56) zur Abgabe einer Flüssigkeit oder eines Gases mit wählbarem Druck an die Zylinder/Kolben-Anordnung; sowie
- eine Steueranordnung (10, 96, 98, 100, 102) zur Einstellung der Druckreglereinrichtung und damit zur Steuerung der Kraft gemäß dem jeweils zu kompensierenden Gewicht,

dadurch gekennzeichnet, daß die Steueranordnung Speichermittel (90, 92) enthält zur Aufnahme von Angaben über die Kräfte, welche zur Kompensation der Schwerkraftwirkung auf die Greifarmvorrichtung und auf die während eines Arbeitsvorgangs nacheinander zu ergreifenden Objekte erforderlich sind; sowie Mittel (92, 97) zur Auswahl und Abgabe der Angaben für je eine Kombination von Greifarmvorrichtung und Objekt und zur Erzeugung eines entsprechenden Steuersignals für die Druckreglereinrichtung (56).

2. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steueranordnung einen Speicher (90) enthält zur Aufnahme von Gewichtsangaben der in einem Arbeitsvorgang nacheinander zu ergreifenden Objekte, sowie eine Addiereinrichtung (97) zur Addition einer

dem Speicher entnommenen Objekt-Gewichtsangabe und einer vorgegebenen Gegengewichtsangabe für die Greifarmvorrichtung, und zur Abgabe eines entsprechenden Steuersignals für die Druckreglereinrichtung (56).

3. Anordnung nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Digital/Analog-Umsetzer (98) vorgesehen ist zur Umwandlung des Steuersignals für die Druckreglereinrichtung von digitaler in analoge Darstellung, sowie eine an den Ausgang des Digital/Analog-Umsetzers angeschlossene Servoantriebsanordnung (102) zur Einstellung der Druckreglereinrichtung (56).

4. Anordnung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Servoantriebsanordnung (102) einen Summierer (103) enthält, dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Digital/Analog-Umsetzers (98) verbunden ist; einen mit dem Ausgang des Summierers verbundenen Verstärker (104); einen mit dem Ausgang des Verstärkers verbundenen Servomotor (108) zur Einstellung der Druckreglereinrichtung (56), sowie ein mit dem Servomotor verbundenes Rückkopplungs-Potentiometer (106) zur Abgabe einer die Einstellung der Druckreglereinrichtung darstellenden Rückkopplungsspannung an den zweiten Eingang des Summierers.

Claims

1. Manipulator apparatus comprising an arm assembly for grasping objects, and means for compensating gravity forces, said means for compensating gravity forces including:

- cylinder/piston means (48) being in operational connection with said arm assembly (12... 30), for generating hydraulically or pneumatically a force against the gravity forces acting upon arm assembly and/or object;
- pressure regulating means (56) for furnishing to said cylinder/piston means a fluid or a gas having a selectable pressure; and
- control means (10, 96, 98, 100, 102) for setting said pressure regulating means and thereby controlling said force in accordance with the weight to be compensated.

characterized in that said control means include storage means (90, 92) for recording data on the forces which are required for compensating the effect of gravity upon said arm assembly and upon the objects to be grasped during a working process; and further include means (92, 97) for selecting and furnishing the data for one combination of arm assembly and object at a time, and for generating a respective control signal for said pressure regulation means (56).

2. Apparatus in accordance with claim 1, characterized in that said control means include a storage (90) for recording of weight data for

the objects to be sequentially grasped during a working process, and adding means (97) for adding the weight datum of an object, obtained from said storage, and a predetermined counter weight datum for said arm assembly, and for furnishing a respective control signal for said pressure regulating means (56).

3. Apparatus in accordance with claim 1 or 2, characterized in that a digital-to-analog converter (98) is provided for converting the control signal for said pressure regulating means from digital representation, and servo drive means (102) connected to the output of said digital-to-analog converter for setting said pressure regulating means (56).

4. Apparatus in accordance with claim 3, characterized in that said servo drive means (102) comprises a summing device (103) the first input of which is connected to the output of the digital-to-analog converter (98); an amplifier (104) connected to the output of said summing device; a servo motor (108) connected to the output of said amplifier for setting the pressure regulating means (56); and a feedback potentiometer (106) connected to said servo motor for furnishing, to a second input of said summing device, a feedback voltage representing the setting of said pressure regulating device.

Revendications

1. Manipulateur pourvu d'un dispositif à bras à griffes permettant de saisir des objets et de moyens servant à compenser l'effet de gravitation, lesdits comprenant:

comprenant:

un moyen à cylindre/piston (48) fonctionnant en liaison avec le dispositif de bras à griffes (12, 30), destiné à la génération hydraulique ou pneumatique d'une force s'exerçant à l'encontre des forces de gravité agissant sur le dispositif à bras à griffes et/ou sur l'objet,
un moyen régulateur de pression (56) pour fournir au moyen à cylindre/piston, un liquide ou d'un gaz à pression sélectionnable; et
un moyen de commande (10, 96, 98, 100, 102) pour le réglage du moyen régulateur de pression, et de ce fait, pour la commande de la force conformément au poids à compenser dans chaque cas; caractérisé en ce que:

le moyen de commande contient un moyen d'emmagasinage (90, 92) pour le stockage de données concernant les forces nécessaires à la compensation de l'effet de gravitation agissant sur le dispositif à bras à griffes et sur les objets devant être saisis au cours d'un cycle de travail, ainsi qu'un moyen (92, 97) pour la sélection et la transmission des informations concernant respectivement une combinaison de dispositif à

bras à griffes et d'objets et pour la génération d'un signal de commande approprié pour le moyen régulateur de pression (56).

2. Manipulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de commande comporte une mémoire (90) pour ammagasiner les données de poids des objets devant être saisis successivement au cours d'un cycle de travail, ainsi qu'un moyen d'addition (97) pour l'addition d'une donnée de poids d'un objet, prélevée de la mémoire, et d'une donnée de contrepoids prédéterminée pour le dispositif à bras à griffes, et pour la transmission d'un signal de commande correspondant pour le moyen régulateur de pression (56).

3. Manipulateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'un convertisseur numérique/analogique (98) est prévu pour la conversion du signal de commande pour le

moyen régulateur de pression, de la représentation numérique en représentation analogique, ainsi qu'un moyen d'entraînement asservi (102) couplé à la sortie du convertisseur numérique/analogique pour le réglage du moyen régulateur de pression (56).

4. Manipulateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moyen d'entraînement asservi (102) contient un totalisateur (103) dont la première entrée est reliée à la sortie du convertisseur numérique/analogique (98), un amplificateur (104) relié à la sortie du totalisateur, un servo-moteur (108) relié à la sortie de l'amplificateur pour le réglage du moyen régulateur de pression (56), ainsi qu'un potentiomètre de réaction (106) relié au servo-moteur pour l'application, à la seconde entrée du totalisateur d'une tension de réaction représentant le réglage du moyen régulateur de pression.

20

25

30

35

40

45

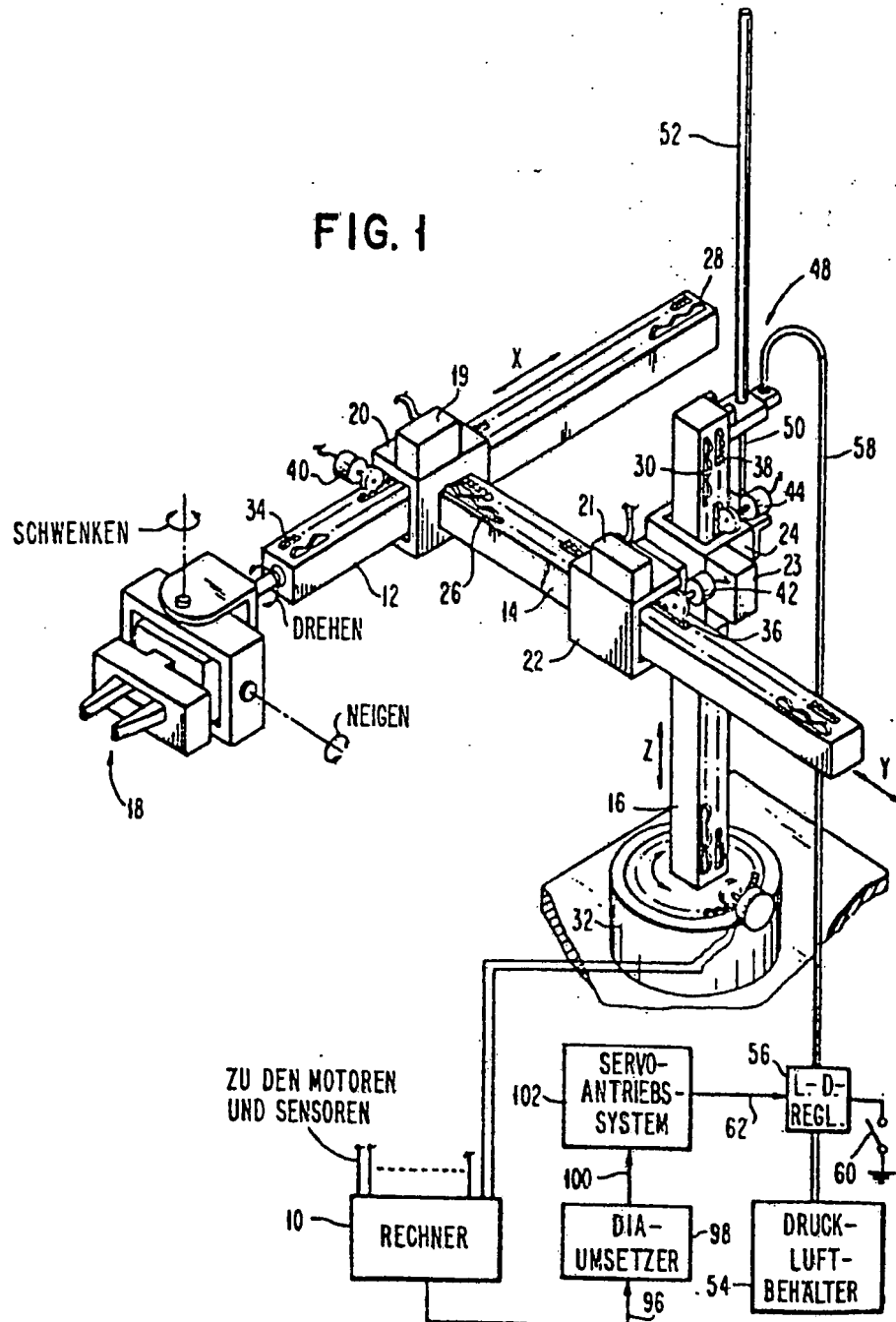
50

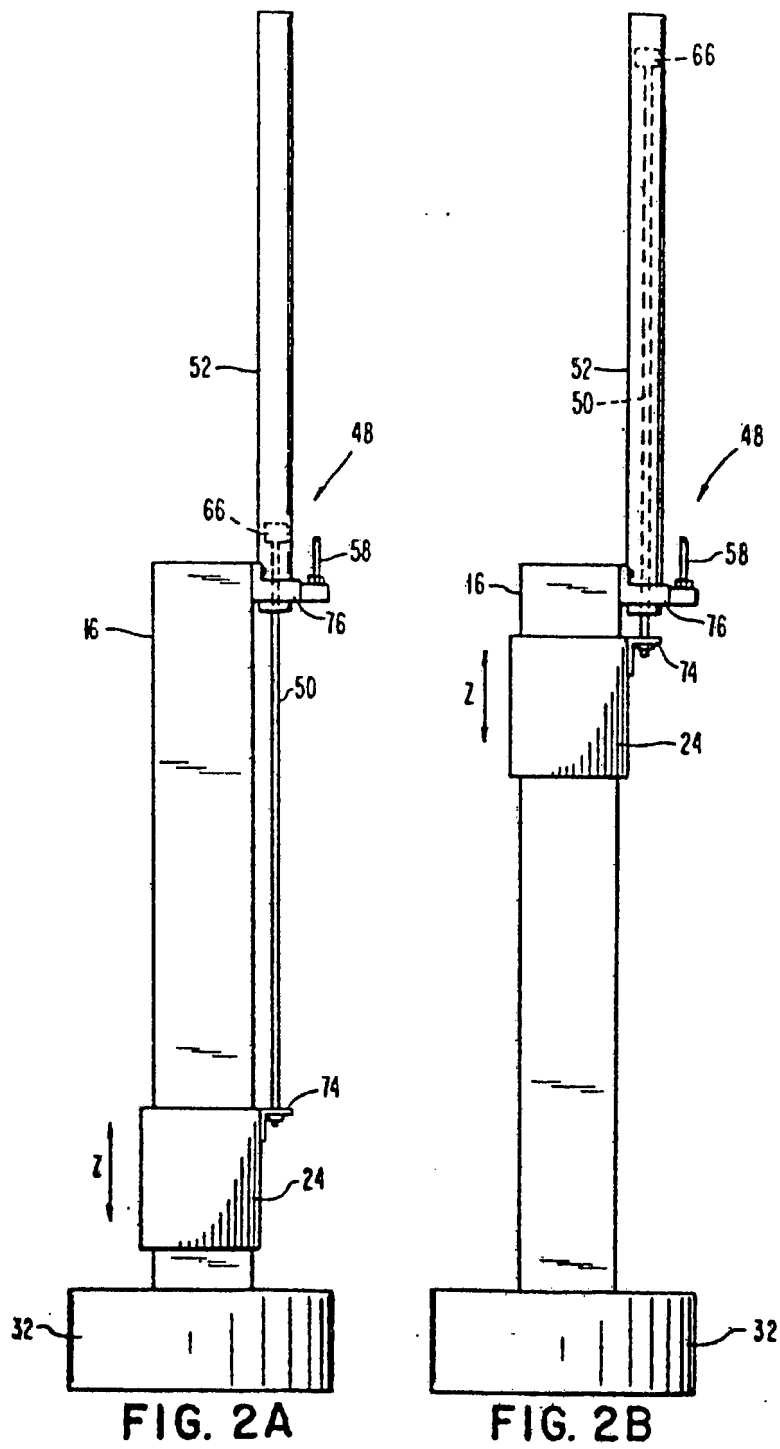
55

60

65

6





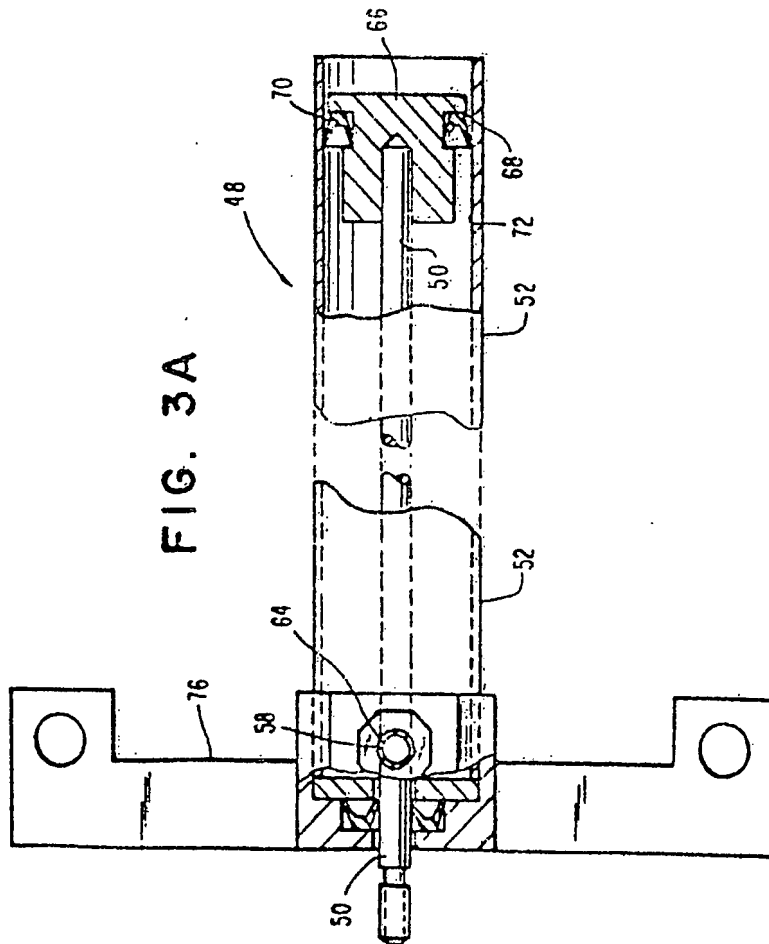
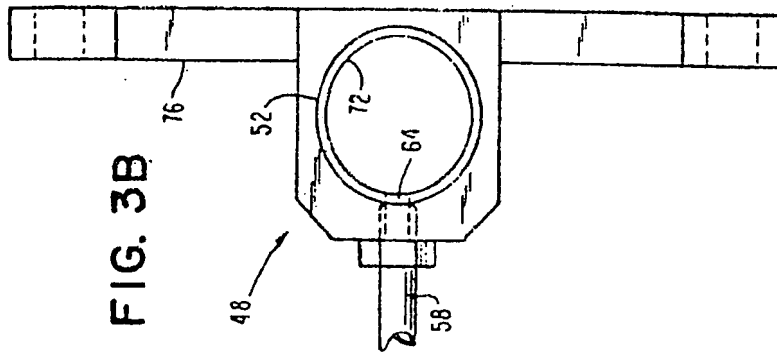
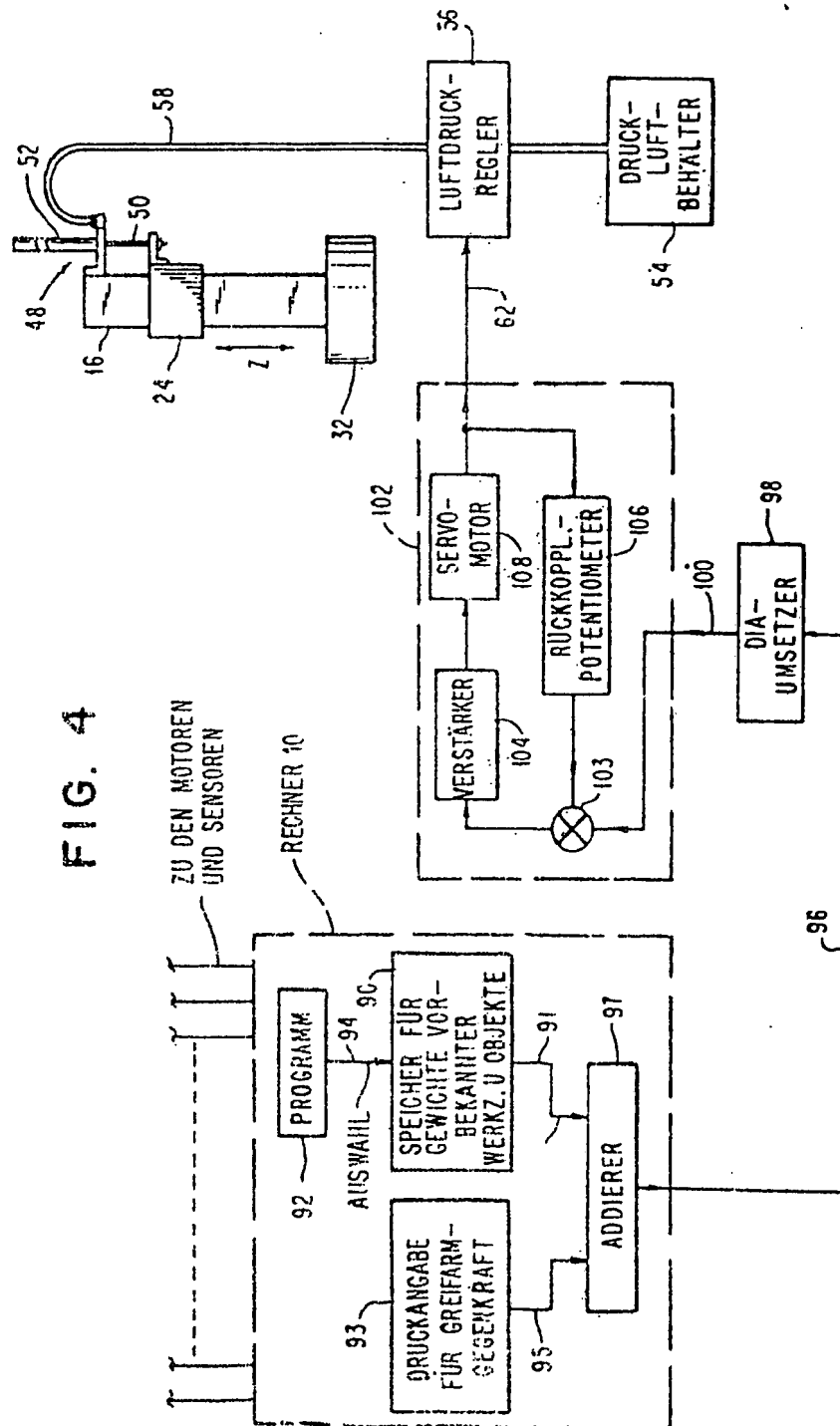


FIG. 4



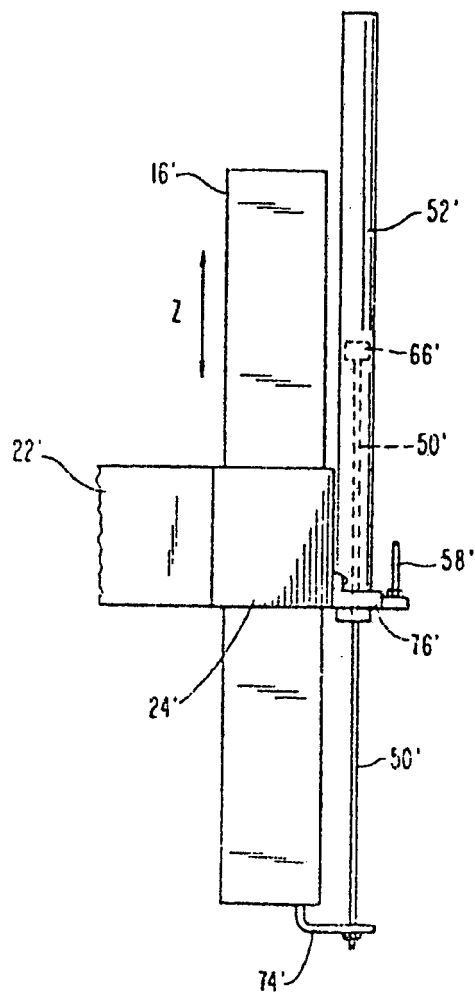


FIG. 5